

Pengenalan Penyakit Darah Pada Citra Darah Menggunakan Logika Fuzzy

Endro Andriyanto
Sekolah Tinggi Teknik Surabaya

ABSTRAK

Darah yang mengalir dalam tubuh mempunyai kemampuan dalam merepresentasikan suatu penyakit berdasarkan jenis sel darahnya, sehingga dapat dilakukan proses pengenalan penyakit darah dengan bantuan citra darah. Hal ini didukung dengan teknologi image processing yang mampu menangkap citra darah, sehingga diperoleh citra yang baik. Citra darah tersebut akan dilakukan proses pengolahan citra, sehingga data yang diperoleh dapat dianalisa dalam mendeteksi suatu penyakit. Untuk membangun metode pengenalan penyakit dengan citra darah ini, diperlukan sebuah program aplikasi. Dalam penelitian ini digunakan metode pengenalan penyakit darah dengan citra darah menggunakan metode Logika Fuzzy, yang akan dilatih untuk mengenali penyakit-penyakit darah berdasarkan citra darah yang dikandung.

Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa penyakit leukimia dapat dikenali dengan menganalisa warna dari sebuah image darah pada seorang penderita leukimia. Usaha pengenalan penyakit ini dilakukan dengan membentuk karakter citra dan kemudian dilakukan pengenalan dengan Fuzzy Inference System.

Kata Kunci: *image processing, citra, darah, fuzzy inference system.*

ABSTRACT

The blood that flows in the body has the ability present to disease based on blood cell types, so do the introduction of blood diseases with the image recognition method. This is supported by image processing technology that is able to capture image the blood in order to obtain a good image. The image recognition method will be done image processing, so that the data obtained can be analyzed to detect a disease. To build the image recognition method with this blood disease needed an application program.

The study used the image recognition method by fuzzy logic method, which will be trained to identified the blood diseases. From the research it is known that leukemia disease can identified by analyzing the color of an image on the blood of a patient with leukemia. Result of that method carried by shaping the character of the image and them made The Introduction of The Fuzzy Inference System

Keyword: *image processing, image, blood, fuzzy inference system.*

PENDAHULUAN

Darah merupakan unsur berupa cairan dalam tubuh manusia, yang berperan penting dalam mekanisme kerja tubuh yang berfungsi sebagai medium atau transportasi massal jarak jauh berbagai bahan antara sel dan lingkungan eksternal atau antara sel-sel itu sendiri, dimana transportasi semacam itu penting untuk memelihara *homeostatis*. Darah berperan dalam *homeostatis* atau keseimbangan, berfungsi sebagai medium untuk membawa berbagai bahan ke dan dari

sel, menyangga perubahan pH, mengangkut kelebihan panas ke permukaan tubuh untuk di keluarkan, berperan penting dalam sistem perubahan tubuh, dan memperkecil kehilangan darah apabila terjadi kerusakan pada pembuluh darah. Berat darah rata-rata pada manusia adalah 8% dari berat tubuhnya, pada laki-laki sekitar 5,5 liter sedangkan pada perempuan adalah 5 liter ini dikarenakan berat tubuh laki-laki lebih berat dari wanita.

Pelayanan kesehatan kepada pasien diharuskan mempunyai kemampuan untuk mendiagnosa penyakit pasien berdasarkan

data keluhan, pemeriksaan fisik, dan penunjang medis. Tetapi dokter mempunyai keterbatasan dalam mengingat penyakit dari keluhan, hasil pemeriksaan fisik dan data penunjang medis serta keterbatasan dalam mengingat terapi dan tindakan yang harus diberikan kepada pasien. Untuk membantu tugas dokter, diperlukan sistem informasi yang dapat membantu dokter menegaskan diagnosa penyakit dan memberikan pengobatan yang akurat.

Teknologi *image processing* mempunyai aplikasi yang sangat luas dalam berbagai bidang kehidupan. Dalam bidang kedokteran, teknologi *image processing* memudahkan dalam mendiagnosa suatu penyakit, mempercepat proses identifikasi sehingga menghemat waktu dan biaya. Karena tanpa harus melalui proses kimia, yang melakukan proses satu persatu sehingga memperlambat waktu identifikasi dan menggunakan biaya yang cukup besar.

Darah yang mengalir dalam tubuh mempunyai kemampuan dalam merepresentasikan suatu penyakit berdasarkan jenis sel darahnya, sehingga dapat dilakukan proses pengenalan penyakit darah dengan bantuan citra darah. Hal ini didukung dengan teknologi *image processing* yang mampu menangkap citra darah, sehingga diperoleh citra yang baik. Citra darah tersebut akan dilakukan proses pengolahan citra, sehingga data yang diperoleh dapat dianalisa dalam mendeteksi suatu penyakit. Untuk membangun metode pengenalan penyakit dengan citra darah ini, diperlukan sebuah program aplikasi. Dalam penelitian ini digunakan metode pengenalan penyakit darah dengan citra darah menggunakan metode Logika Fuzzy.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Darah

Darah merupakan kendaran atau medium untuk transportasi massal jarak jauh berbagai bahan antara sel dan lingkungan eksternal atau sel-sel itu sendiri. Transportasi semacam itu penting untuk memelihara *homeostatis* (keseimbangan). Darah berperan dalam *homeostatis* berfungsi sebagai medium untuk membawa berbagai bahan ke sel dan dari sel, menyangga perubahan pH, mengangkut kelebihan panas ke permukaan tubuh, dan memperkecil kehilangan darah apabila terjadi kerusakan pada pembuluh darah.

Darah membentuk sekitar 8% berat tubuh total dan memiliki rata-rata 5 liter pada wanita dan 5,5 liter pada pria. Warna merah pada darah disebabkan oleh *hemoglobin*, protein pernafasan (*respiratori protein*) yang mengandung besi dalam bentuk *heme*, yang akan merupakan tempat terikatnya molekul-molekul oksigen. Karena darah sangat penting, harus terdapat mekanisme yang dapat memperkecil kehilangan darah apabila kerusakan darah. Tanpa darah, manusia tidak dapat melawan infeksi atau kuman penyakit dan bahan-bahan sisa yang dihasilkan tubuh tidak dapat dibuang.

Terdapat dua jenis pembuluh darah, yang mengalir darah ke seluruh tubuh, yaitu arteri dan vena. Arteri adalah pembuluh yang membawa darah, yang mengandung oksigen dari jantung dan paru-paru menuju ke seluruh tubuh. Sedangkan vena adalah pembuluh yang membawa darah mengalir kembali ke jantung dan paru-paru. Darah yang mengalir melalui kedua pembuluh tersebut terdiri atas tiga jenis sel darah, yaitu sel darah merah (*eritrosit*), sel darah putih (*leukosit*), dan keping darah (*trombosit*) yang terpendam dalam cairan kompleks. Plasma sendiri berupa cairan, 90% terdiri dari air yang berfungsi sebagai medium untuk mengangkut berbagai bahan dalam darah. Jumlah sel darah manusia normal dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah:

Tabel 1. Jumlah sel darah manusia normal

Sel darah merah	5.000.000.000 sel/mil darah
Hitung sel darah merah	5.000.000/mm ³
Sel darah putih total	7.000.000 sel/mil darah
Hitung deferensial sel darah putih (distribusi persentase jenis-jenis sel darah putih)	
<i>Granulus polimorfonukleor</i>	<i>Agranulosit mononukleus</i>
<i>Neutrosit</i> 60-70%	<i>Limfosit</i> 25-33%
<i>Eosifonil</i> 1-4%	<i>Monosit</i> 2-6%
<i>Basofil</i> 0,25-0,5%	
Keping darah total	250.000.000/mil darah
Hitung keping darah	250.000/mm ³

2. Sel Darah Merah (*eritrosit*)

Sel darah merah pada dasarnya adalah suatu kantung yang mengangkut O₂ dan CO₂ (dalam tingkat yang lebih rendah) di dalam darah. Sel darah merah tidak memiliki *nukleus*, *organel*, atau *ribosom*, tetapi yang dipenuhi *hemoglobin*, yaitu molekul yang mengandung besi yang dapat berkaitan dengan O₂ secara longgar dan reversibel.

Karena O_2 sukar larut dalam darah, *hemoglobin* merupakan pengangkut satu-satunya O_2 dalam darah. *Hemoglobin* juga berperan dalam transportasi CO_2 dan sebagai penyangga darah dengan berikatan secara reversibel dengan CO_2 dan H^+ .

Karena tidak mampu mengganti komponen-komponennya, sel darah merah memiliki usia yang terbatas, yaitu sekitar 120 hari. Sel-sel bakal yang belum berdiferensiasi di sumsum tulang membentuk semua unsur sel darah. Produksi sel darah merah (*eritropoiesis*) oleh sumsum tulang, dalam keadaan normal seimbang dengan kecepatan lenyapnya sel darah merah, sehingga hitung sel darah merah konstan. *Eritropoiesis* di rangsang oleh *eritropoietin*, hormon yang dikeluarkan ginjal sebagai respon penurunan penyaluran O_2 .



Gambar 1. Sel darah merah

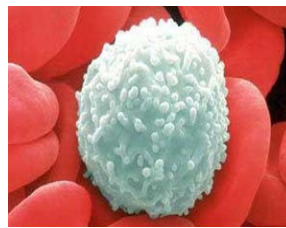
3. Sel Darah Putih (*leukosit*)

Sel darah putih (*leukosit*) adalah unit-unit pertahanan tubuh. Sel ini menyerang benda asing yang masuk, menghancurkan sel abnormal yang muncul di tubuh, dan membersihkan debris sel. Terdapat lima jenis sel darah putih, yang masing-masing memiliki tugas yang berbeda, yaitu :

- Neutrofil*, spesialis *fagositik* yang penting untuk memakan bakteri dan debris
- Eosinofil*, yang mengkhususkan diri menyerang cacing parasitik dan berperan penting dalam reaksi alergi.
- Basofil*, yang mengeluarkan dua zat kimia : *histamine*, yang juga penting dalam merespon alergi, dan *heparin*, yang membantu membersihkan partikel lemak dalam darah.
- Monosit*, yang setelah keluar dari pembuluh, kemudian berdiam di jaringan dan membesar untuk menjadi *fagosit* jaringan yang dikenal juga sebagai *makrofag*.
- Limfosit*, yang membantu pertahanan tubuh terhadap invasi bakteri, virus, dan sasaran lain yang telah diprogram untuknya. Perangkat pertahanan yang

dimiliki *limfosit*, antara lain adalah antibodi dan respon imun seluler.

Sel darah putih terdapat di dalam darah, hanya sewaktu transit dari tempat produksi dan penyimpanan di sumsum tulang (dan juga organ-organ *limfoid* untuk *limfosit*) dan tempat kerjanya di jaringan. Setiap saat, sebagian besar sel darah putih berada di luar darah di jaringan untuk tugas patroli atau bertempur. Semua sel darah putih memiliki rentang usia yang terbatas dan harus diganti melalui diferensiasi dan proliferasi sel-sel prekursor. Jumlah total dan persentase setiap jenis sel darah putih yang diproduksi, bergantung pada kebutuhan pertahanan sesaat tubuh.



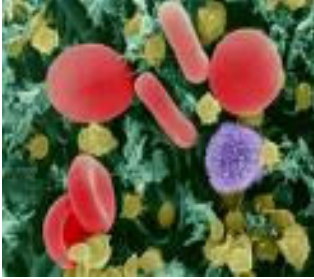
Gambar 2. Sel darah putih dalam keadaan normal

4. Keping Darah (*trombosit*)

Keping darah adalah *fragmen* sel yang berasal dari megakariosit besar di sumsum tulang. Keping darah berperan penting dalam *hemostatis*, penghentian darah dari pembuluh yang cedera. Tiga langkah utama dalam *hemostatis* adalah *spasme vaskuler*, pembentukan sumbat keping darah, dan pembentukan bekuan. *Spasme vaskuler* mengurangi aliran darah melalui pembuluh yang cedera di tempat cedera pembuluh dengan cepat menambal cacat yang terjadi. Keping darah mulai berkumpul apabila berkontak dengan kolagen di dinding pembuluh yang rusak.

Pembentukan bekuan (koagulasi darah) memperkuat sumbat keping darah dan mengubah darah di sekitar tempat cedera menjadi suatu gel yang tidak mengalir sebagian besar faktor yang diperlukan untuk pembekuan darah, selalu terdapat di dalam plasma dalam bentuk prekursor inaktif. Sewaktu pembuluh mengalami cedera, kolagen yang terpapar kemudian mengawali reaksi berjenjang yang melibatkan pengaktifan suksesif faktor-faktor pembekuan tersebut, yang akhirnya mengubah *fibrinogen* menjadi *fibrin*. *Fibrin*, suatu molekul berbentuk benang yang tidak larut,

ditebarkan membentuk jaring bekuan. Jaring ini kemudian menangkap sel-sel darah dan menyempurnakan pembentukan bekuan. Darah yang telah keluar ke dalam jaringan mengalami koagulasi setelah bertemu dengan *tromboplastin* jaringan, yang juga memungkinkan terjadinya proses pembekuan. Jika tidak lagi diperlukan, bekuan darah dilarutkan oleh *plasmin*, suatu faktor *fibrinolitik* yang juga diaktifkan apabila berkontak dengan kolagen.



Gambar 3. Keping darah dalam keadaan normal

Konsep Dasar Citra Digital

Citra diskrit atau citra digital adalah gambar pada dwimatra atau dua dimensi yang merupakan informasi berbentuk visual dan dihasilkan melalui proses digitalisasi terhadap citra analog dua dimensi yang kontinyu. Data digital direpresentasikan dalam komputer berbentuk kode seperti biner dan desimal. Referensiasi citra digital terdiri dari 2 bagian yaitu :

1. Bitmap

Gambar bitmap direpresentasikan dalam bentuk matrik, atau di petakan dengan menggunakan bilangan biner atau sistem bilangan lain, memiliki kelebihan atau manipulasi warna namun untuk merubah objek lebih sulit.

2. Grafik

Gambar grafik data tersimpan dalam bentuk vektor posisi, di mana yang tersimpan dalam bentuk vektor posisinya dengan bentuk sebuah fungsi, lebih sulit dalam merubah warna tetapi lebih mudah membentuk objek dengan cara merubah nilai.

Citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dimatra. Secara matematis, fungsi intensitas cahaya pada bidang dua dimensi disimbolkan dengan $F(x,y)$, dimana :

1. (x,y) : koordinat pada bidang dimensi,

2. $F(x,y)$: intensitas cahaya (*brightness*) pada titik (x,y) .

Karena cahaya merupakan bentuk energi, maka intensitas cahaya merupakan bentuk energi, maka intensitas cahaya bernilai antara 0 sampai tidak berhingga yaitu, $0 \leq$

$$f(x,y) \leq \infty$$

$$f(x,y) = i(x,y) \cdot r(x,y)$$

dimana :

1. $i(x,y)$: jumlah cahaya yang berasal dari sumbernya (*illumination*) yang nilainya $0 \leq f(x,y) \leq \infty$. Nilai $i(x,y)$ ditentukan oleh sumber cahaya.
2. $r(x,y)$: derajat kemampuan objek memantulkan cahaya (*reflection*) yang nilainya $0 \leq f(x,y) \leq 1$. Nilai $r(x,y)$ ditentukan oleh karakteristik objek dalam citra.
3. $i.r(x,y) = 0$ mengindikasikan penyerapan total dan $r(x,y) = 1$ mengindikasikan pemantulan total.

Citra digital berbentuk empat persegi panjang dan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai tinggi x lebar (lebar x panjang). Citra digital yang tingginya N . Lebaranya M dan memiliki L derajat keabuan dapat dianggap sebagai fungsi:

$$f(x,y) \begin{cases} 0 \leq x \leq M \\ 0 \leq y \leq N \\ 0 \leq f \leq L \end{cases}$$

Citra digital yang berukuran $N \times M$ lazimnya dinyatakan dengan matriks yang berukuran N baris dan M kolom, dan masing-masing elemen pada citra digital disebut *pixel* (*picture element*).

$$f(X,Y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Konsep Dasar Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh *lotfi A. zaedah*, memiliki derajat keanggotaan dalam rentan nilai kebenaran yang kontinyu dalam interval 0 sampai 1, berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai yaitu 0 atau 1. Logika *Fuzzy* digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (*linguistic*), misalkan besaran laju

kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat dan sangat cepat.

Secara umum dalam system logika fuzzy terdapat empat buah elemen dasar, yaitu :

1. basis kaidah (*rule base*), yang berisi aturan-aturan secara linguistik yang bersumber dari para pakar.
2. Suatu mekanisme pengambilan keputusan (*inference engine*), yang memperagakan bagaimana para pakar mengambil suatu keputusan dengan menerapkan pengetahuan(*knowledge*).
3. Proses fuzzifikasi(*fuzzyfication*), yang mengubah besaran tegas (*crisp*) ke besaran fuzzy.
4. Proses defuzzification(*defuzzification*), yang merubah besaran fuzzy hasil dari *inference engine* menjadi besaran tegas (*crisp*).

PERANCANGAN SISTEM

Data yang berupa *sampel* citra darah yang akan diidentifikasi merupakan penyakit darah leukemia hasil citra darah mikrokopis digital, yaitu *Acute Lymptotic Leukimia (ALL)*, *Acute Myelogenous Leukimia (AML)*, dan *Burkitts Lymphoma (BL)* yang di dapat dari atlas hematologi yang dikeluarkan oleh FKUI http://www.healthsystem.virginia.edu/internet/hematology/_hessIDB/home.cfm dan

Sampel citra darah yang di gunakan akan di *cropping* pada *region of interest(ROI)*, yaitu dalam berbagai kondisi penyakit darah untuk proses pengenalan penyakit darahnya.



Gambar 4. Diskripsi pengenalan penyakit darah dengan proses pengolahan citra dan Logika Fuzzy.

Proses pengenalan penyakit dengan citra darah ini, secara garis besar dibagi menjadi dua tahap utama, yaitu proses pembentukan parameter karakteristik citra untuk pembentukan *FIS* dan proses pengenalan dengan *FIS*. Kemudian program ini akan di analisis dengan menggunakan metode logika Fuzzy yang akan dirancang dengan menggunakan *software* perangkat lunak.

Proses Pembentukan Parameter Karakteristik Citra

Proses Pembentukan Parameter Karakteristik Citra bertujuan untuk menentukan parameter-parameter karakteristik citra darah tersebut dan merupakan tahap yang paling penting dalam pengumpulan data untuk membentuk suatu *Fuzzy Inference System(FIS)*.

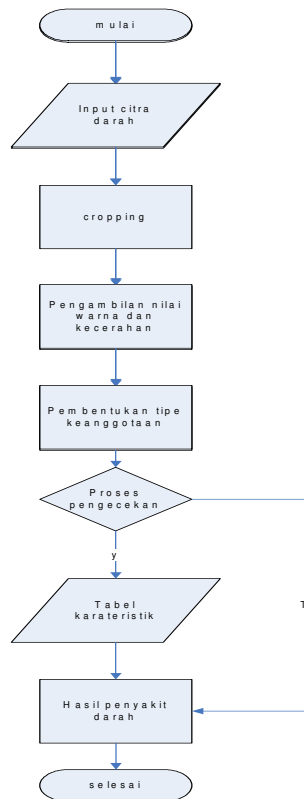


Gambar 5. Diagram alur proses pembentukan *FIS*

Setelah didapatkan masukan citra darah dan pembentukan karakteristik citra darah, hasil data-data tersebut dikumpulkan menjadi suatu *database* yang kemudian digunakan untuk membentuk suatu fungsi keanggotaan (*membership function*) pada *fuzzy Inferences System*. *Database* nilai parameter citra darah *hue* pada *value* untuk setiap darah.

Proses Pengenalan dengan Fuzzy Inference System

Pada proses pengenalan dengan *Fuzzy Inference System (FIS)* akan melakukan tahap pengidentifikasi penyakit darah, yaitu pengenalan sampel dengan pembentukan keanggotaan *Gaussian*, kemudian akan dilakukan proses pembentukan *FIS* fungsi keanggotaan untuk mendapatkan parameter *Fuzzy Inference System*-nya sehingga dapat digunakan pada system pengenalan dengan *FIS*. Tingkat keakuratan hasil pengenalan program ini akan ditentukan oleh proses pembentukan karakteristik *Fuzzy Inference System*.



Gambar 6. diagram alir pengenalan dengan *Fuzzy Inference System*.

Pada sistem pengenalan penyakit darah terdapat dua *variable* masukan dan satu *variable* keluaran. *Variable* masukan merupakan parameter karakteristik citra, yaitu warna dan kecerahan sebagai *variable* keluaran adalah penyakit darah Leukimia. Tiap masukan dan keluaran memiliki fungsi keanggotaan (*membership function*) yang mewakili penyakit darah leukemia yang akan diidentifikasi, yaitu *acute limpotic leukemia(ALL)*, *acute Myelogenous Leukimia (AML)*, dan *Burkitts Lymboa (BL)*. Dimana pada setiap masukan, akan dimasukan nilai parameter karakteristik citra untuk setiap *membership function*-nya, yaitu nilai warna dan nilai kecerahan. Sedangkan pada keluaran akan dimasukan nilai parameter penyakit darah untuk setiap *membership function*-nya. Sehingga didapatkan distribusi penyebaran untuk setiap *membership function*-nya.

Fuzzy Inference system yang akan terbentuk terdiri dari tiga bagian yaitu *membership function*, *fuzzy logic operator* dan *if-then-rules*.

Fuzzy Inference System dengan Fungsi keanggotaan Gaussian

Bentuk fungsi keanggotaan *Gaussian* adalah berbentuk kurva distribusi gaussian yang memiliki bentuk kurva yang halus. Dan ini menjadikan keunggulannya dalam beberapa aplikasi untuk menggambarkan *fuzzy sets*.

Pembentukan fungsi keanggotaan untuk membentuk *Fuzzy Inference System* dengan tipe *gaussian* dilakukan dengan memasukan nilai parameter nilai warna dan nilai kecerahan gambar pada suatu rumusan

$$\mu_A(x, c, \sigma) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-c}{\sigma}\right)^2}$$

Dengan menggunakan rumusan tersebut maka parameter warna dan tingkat kecerahan gambar yang didapatkan akan diklasifikasikan dalam pembentukan tipe *gaussian* dan akan dimasukkan kedalam *database*.



Gambar 7. Alur pembentukan tipe gaussian citra darah

Maka dengan identifikasi ini akan didapatkan nilai keanggotaan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan gaussian. Tingkat keakuratan tipe Gaussian ini jika di bandingkan dengan tipe yang lainnya adalah lebih akurat. Karena bentuk kurvanya adalah seperti kurva S yang halus.

PENUTUP

Dari hasil analisa terhadap data-data yang sudah dilakukan, maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Sistem pegealan dengan mengunaka metode *fuzzy inference system* dengan tipe *gaussian* adalah yang paling akurat bila dibandingkan dengan metode pembentukan *fuzzy inferences system* lainnya. Contohnya adalah tipe trapesium dan tipe segitiga.
2. Penyakit leukimia dapat dikenali dengan menganalisa warna dari sebuah image darah pada penderita penyakit leukimia.

DAFTAR PUSTAKA

1. Putra, Darma, 2010 "Pengolahan Citra Digital", Penerbit Andi, Yoyakarta.
2. Kusrini, 2008 " Aplikasi Sistem Pakar ", Penerbit Andi, Yogyakarta.
3. Hendra Heriawan, 2007, "Pengenalan Mata Uang Kertas Rupiah menggunakan Logika Fuzzy ", Thesis , Program Pasca Sarjana Fakultas Teknik UI, Depok, UI, Jakarta.
4. <http://id.wikipedia.org/wiki/Leukimia>